

Otomasi Mesin Pencetak Biobriket Berbasis PLC dengan Sistem Elektro Pneumatik dan Integrasi Load Cell serta Arduino

Muhammad Razi^{1*}, Arifien², Edi Saputra³, Bukhari⁴

^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹*razi.pnl@pnl.ac.id(penulis korespondensi)

Abstrak – Artikel ini membahas tentang sistem otomasi mesin pengepresan biobriket bertenaga pneumatik yang mudah dioperasikan, hemat biaya dan bergerak secara otomatis. Mesin ini terdiri dari tiga silinder pneumatik yang berfungsi sebagai penekan (punch), menarik dan memasukkan silinder pengisi(dies) dan untuk memajukan-memundurkan pelat penahan, tiga buah valve 5/2 pengontrol arah selenoid ganda, satu unit load cell yang di tempatkan diujung puch diatas papan penekan, enam buah limit switch, satu mikrontroller Arduino mega 2560 dan satu layar LCD untuk mengetahui besarnya tekanan yang diterima oleh setiap briket dalam silinder pencetak melalui sensor tekanan(load cell). Katup kendali arah di kontrol berdasarkan logika yang telah di program pada *ladder diagram* pada PLC. *Ladder diagram* yang dikembangkan mengontrol arah gerak katup pengatur arah yang selanjutnya mendistribusikan tenaga pneumatik pada masing masing silinder sehingga mesin ini sepenuhnya bekerja secara otomatis tanpa adanya intervensi manual, hal ini membuat mesin menjadi lebih efisien dan menghasilkan produk briket yang lebih berkualitas. Diagram elektro pneumatik dari mesin ini di simulasikan menggunakan software fluidSim. Mesin press dapat dioperasikan dalam dua mode yaitu mode manual dan mode otomatis, untuk mode otomatis mesin press briket dapat bekerja dalam multi siklus produksi. Uji performa mesin dilakukan dengan memproduksi dua sampel biobriket dari serabut jenggang sawit kosong dan dari arang cangkang sawit yang telah di arangkan dan dihaluskan dengan memfariasikan persentase kandungan bahan baku utama dengan perekat dengan tekanan sebesar 8 bar. Dalam satu siklus produksi mesin mampu menghasilkan 44 batang biobriket dengan dimensi 10 cm x 3 cm x 3 cm dengan waktu 10 menit. Berdasarkan hasil uji produksi dan uji kualitas briket yang telah dilakukan, mesin press ini dapat produksi untuk kebutuhan industri skala menengah.

Kata kunci— Otomasi, Punch, dies, siklus produksi, *ladder diagram*, PLC

Abstract — This article discusses the automation system of a pneumatically powered biobriquette pressing machine that is easy to operate, cost-effective and moves automatically. This machine consists of three pneumatic cylinders that function as a punch, pull and insert filling cylinders (dies) and advance and retreat the holding plate, three 5/2 double selenoid direction control valves, one load cell unit placed at the end of the puch above the pressing board, six limit switches, one Arduino mega 2560 microcontroller and an LCD screen to determine the amount of pressure received by each briquette in the printing cylinder through a pressure sensor (load cell). The directional control valve is controlled based on the logic that has been programmed in the *ladder diagram* on the PLC. The developed *ladder diagram* controls the direction of motion of the directional control valve which then distributes pneumatic power to each cylinder so that this machine works fully automatically without manual intervention, this makes the machine more efficient and produces higher quality briquette products. The electro pneumatic diagram of this briquette press machine is simulated using fluidSim software. This machine can be operated in two modes, namely manual mode and automatic mode, for automatic mode the briquette press machine can work in multiple production cycles. Furthermore, the developed machine is tested for performance by producing two samples of briquettes from dried empty palm fiber and crushed palm charcoal by varying the percentage of the main raw material content with adhesive at a pressure of 8 bar. In one production cycle the machine is able to produce 44 biobriquettes with dimensions of 10 cm x 3 cm x 3 cm with a time of 10 minutes. Based on the results of production tests and briquette quality tests that have been carried out, this press machine can be produced for the needs of medium-scale industries.

Keywords— Automation, Punch, dies, production cycle, *ladder diagram*, PLC

I.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara pengeksportir bahan bakar alternatif pengganti energi fosil atau bisa disebut dengan biobriket, Indonesia tercatat mengeksportir biobriket ke dunia sebanyak 467,050 ton. Negara tujuan ekspor briket indonesia adalah negara-negara maju seperti Arab Saudi, Turki, Jepang, Irak, Korea, Amerika dan beberapa negara Eropa, dan dengan nilai permintaan yang cukup tinggi tersebut maka ekspor briket berpotensi meningkatkan perekonomian indonesia. Briket arang indonesia menjadi primadona karena kualitasnya sangat baik dan bebas dari bahan kimiawi yang berbahaya sehingga permintaan oleh importir tinggi. Ekspor briket arang indonesia rata-rata mencapai 30.000 ton perbulan, dengan nilai devisa Rp 7

triliun [1, 2].

Tingginya permintaan pasar internasional terhadap produk biobriket Indonesia, membuat banyak importir sulit untuk memenuhi kebutuhan pasar, hal ini disebabkan para produsen biobriket masih menggunakan teknologi yang sederhana dalam memproduksi biobriket, ada beberapa metode dan teknologi yang digunakan dalam memproduksi biobriket antara lain dengan menggunakan teknologi screw press [3, 4], pada penelitian ini screw conveyor di gerakkan oleh motor listrik berkapasitas 0.75 Hp, bahan baku pembuatan biobriket dimasukkan melalui hopper selanjutnya screw conveyor akan memanipulasi material tersebut didalam cetakan briket dan selanjutnya biobriket yang telah dipadatkan tersebut akan dipotong oleh mata pisau yang ditempatkan pada ujung cetakan. Metode kedua yang digunakan untuk memproduksi biobriket adalah

dengan menggunakan teknologi yang memanfaatkan tenaga elektro- Pneumatik, dimana energi yang digunakan untuk memadatkan material pembentuk biobriket berasal dari tenaga udara yang dimanfaatkan , selanjutnya udara yang dimanfaatkan didalam kompresor di transfer melalui katup katup pneumatik pengatur arah yang selanjutnya diteruskan ke double acting cylinder yang akan memadatkan biobriket didalam silinder pencetak, tekanan yang diterima oleh briket berfariasi antara 6 – 10 bar tergantung kebutuhan konsumen [5-9].

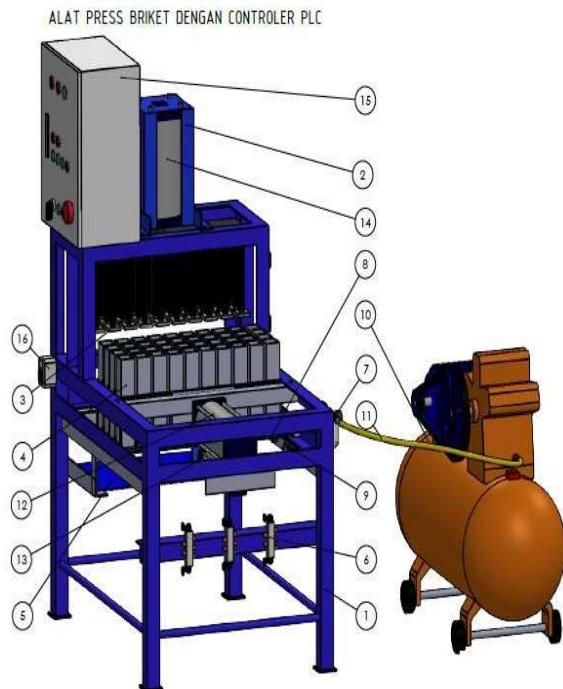
Metode lain yang digunakan untuk memproduksi biobriket adalah dengan memanfaatkan tenaga yang berasal dari tenaga hidrolis, dimana sistem pulsa hidrolis menghasilkan serangkaian pulsa hidrolis bertekanan tinggi dengan tingkat tekanan keluaran hingga maks. 200 bar dan frekuensi pulsa hidrolis keluaran hingga maks. 2 Hz [10], sistem hidrolis yang bertanggung jawab atas pergerakan cetakan serta mekanisme kompresi mesin. PLC digunakan untuk mengotomasi pengoperasian mesin, sementara skalar tekanan dan pita pemanas digunakan sebagai mekanisme untuk memvariasikan tekanan dan memvariasikan suhu pada saat mesin digunakan.[11]

II. METODOLOGI PENELITIAN

Pembuatan mesin press biobriket otomatis ini dibuat dalam empat tahapan yaitu tahap perencanaan dan pembuatan system mekanik, wiring dan instalasi system control , assembly komponen komponen mesin dan uji performa mesin.

A. Desain dan pembuatan system mekanik

Desain system mekanik mesin terdiri dari perencanaan kerangka utama konstruksi mesin, selongsong pencetak (punch), poros penekan cetakan (ram), batang pencetak(*compresi plate*), poros pelubang, pelat penahan cetakan dan konstruksi tempat kedudukan silinder, komponen komponen tersebut didesain menggunakan Catia 2018. Desain mesin press briket otomatis dapat dilihat pada gambar 1.

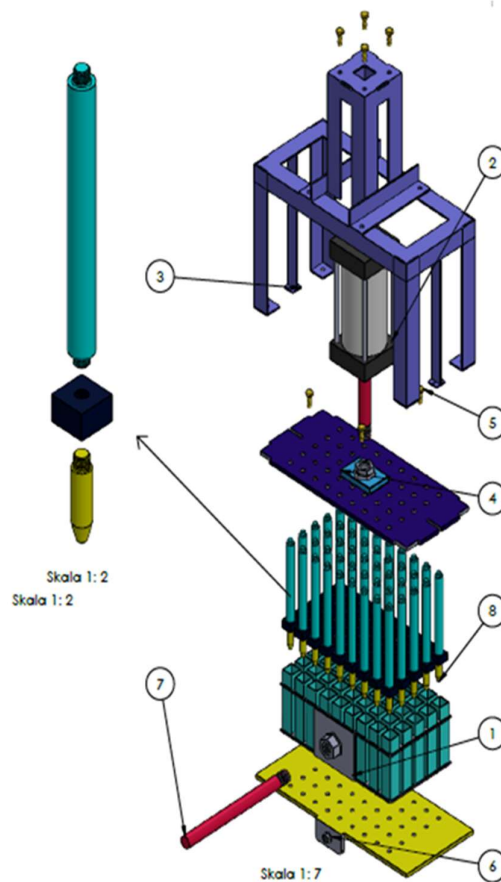


Gambar 1. Desain Mesin Press Biobriket tipe ElektroPneumatik berbasis PLC

Keterangan Gambar :

1. Kerangka utama mesin press
2. Pengikat cylinder
3. Poros pencetak (ram)
4. silinder cetakan
5. Penampung briket
6. Control valve 5/2
7. Regulator filter
8. Dudukan limit switch pneumatic
9. Katup masuk udara bertekanan melalui regulator.
10. Compressor
11. Selang compressor
12. Double acting silinder cetakan briket
13. Double acting silinder cetakan
14. Double acting press silinder press briket
15. Box panel control

Komponen komponen mesin yang berfungsi sebagai pencetak ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Komponen komponen mesin press bagian pencetak.

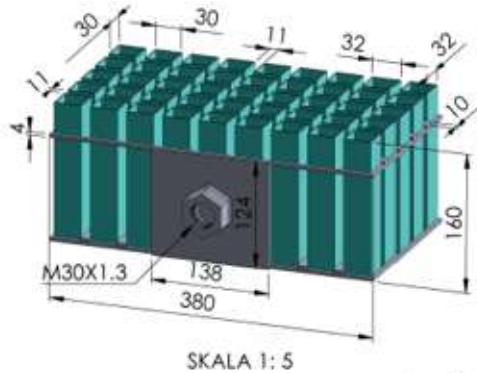
Kerangan gambar

1. Silinder pencetak briket 44 PCS
2. Double acting silinder
3. Dudukan double acting silinder
4. Dudukan plat penekan briket
5. Kerangka atas
6. Poros penahan briket
7. Silinder poros penekan
8. Poros pelubang

B. Deskripsi komponen komponen mesin dan proses Fabrikasi

1. Desain dan konstruksi Silinder pencetak briket

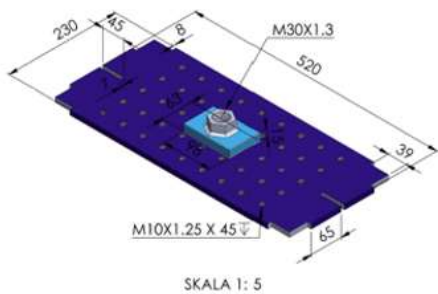
Silinder cetakan briket terdiri dari 44 buah silinder yang terbuat dari besi hollow (baja karbon sedang) dengan dimensi 30 mm x 30 mm x 2 mm, bentuk silinder pencetak di tunjukkan pada gambar 3. Fungsi dari komponen ini adalah untuk menampung, membentuk dan memadatkan bahan mentah (seperti serbuk kayu, batu bara, biomassa, atau bahan lainnya) menjadi bentuk briket yang solid. Silinder ini bekerja dengan cara memberikan tekanan yang cukup besar pada material di dalam cetakan, sehingga material tersebut terkompresi dan menyatu menjadi briket dengan ukuran dan bentuk yang diinginkan.



Gambar 3. silinder cetakan

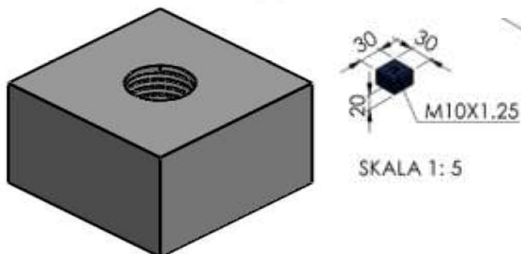
2. Desain dan konstruksiudukan pelat penekan

Plat penekan berfungsi untuk meneruskan tekanan dari double acting silinder ke batang cetakan penekan dan tempat load cell di koneksikan, kedudukan pelat penekan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. dudukan pelat penekan

3. Desain dan konstruksi batang penekan cetakan briket

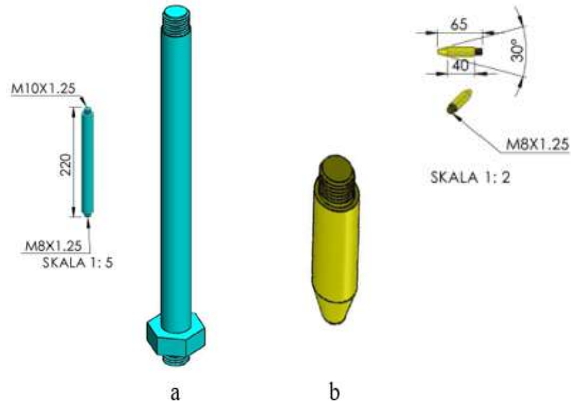


Gambar 5. Batang penekan cetakan press

Komponen ini berfungsi untuk menekan briket yang telah di masukan kedalam cetakan, komponen ini dibuat dari baja karbon sedang berdimensi 29 mm x 29 mm x 15 mm.

4. Desain dan konstruksi Poros penekan dan pelubang

Poros penekan berfungsi meneruskan gaya dari dudukan pelat penekan kedalam silinder pencetak briket. Komponen ini terdiri dari 44 unit sesuai dengan jumlah silinder penekan. Komponen ini terbuat dari baja karbon sedang, bentuk dari poros penekan dapat dilihat pada gambar 6. Sedangkan poros pelubang berfungsi untuk melubangi briket pada bagian tengah pada proses penekanan berlangsung, poros pelubang di sambungkan ke ujung batang penekan briket dengan di bolted.



Gambar 6. Poros penekan briket b. poros pelubang

C. Komponen sistem pneumatik

Komponen sistem pneumatik yang digunakan pada mesin ini terdiri dari beberapa komponen antara lain, double acting silinder, kompresor, regulator filter, valve pengatur udara bertekanan, fitting, psuh botton, dan selang kompresor.

a. Double Acting silinder

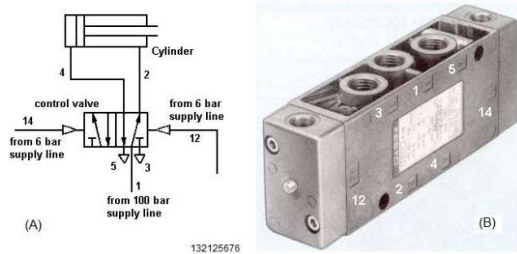
Tiga unit double acting silinder digunakan pada mesin ini, masing masing double acting silinder pada mesin press berfungsi untuk memberikan tekanan dua arah, yaitu pada saat penekanan maju dan penarikan kembali. Penekanan maju untuk memberikan gaya dorong untuk memadatkan material di dalam cetakan, menciptakan briket dengan tekanan kuat, memberikan kontrol yang lebih baik pada kedua gerakan, baik saat menekan maupun saat kembali ke posisi awal. Double acting silinder kedua berfungsi untuk mendorong silinder cetakan pada saat proses penekanan berlangsung dan menarik kembali silinder cetakan untuk proses pengisian ulang bahan baku briket, sedangkan double acting ketiga digunakan untuk memajukan dan memundurkan kedudukan pelat penekan briket pada saat dan setelah proses penekanan briket didalam silinder pencetak selesai dilakukan. Model double acting silinder yang digunakan dalam penelitian ini dapat ditampilkan pada gambar 7.



Gambar 7. Model Double acting silinder yang digunakan.

b. Katup 5/2

Katup 5/2 digunakan untuk mengatur besarnya kapasitas udara bertekanan yang masuk ke setiap double acting silinder dan mengatur urutan Langkah yang harus di kerjakan sesuai intruksi yang diberikan pada program ladder. Diagram skematik cara kerja valve 5/2 ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Diagram skematik cara kerja valve 5/2

D. Komponen sistem control

Penelitian ini selain menggunakan komponen komponen mesin , komponen sistem pneumatik juga melibatkan komponen sistem kontrol seperti limit switch, sensor tekanan (load cell), perangkat keras PLC, ejector, program ladder dan selector. Kaoasitas load cell yang digunakan pada penelitian ini mampu menahan beban maksimum 2000 kg , bentuk load cell ditunjukkan pada gamabr 9.

Semua komponen yang digunakan pada penelitian ini baik itu komponen mekanik, komponen sistem pneumatik dan komponen sistem kontrol difabrikasi menjadi mesin press briket yang dapat bekerja dengan dua mode, yaitu mode manual dan mode otomatis , kemudian dilakukan uji performa mesin dan pada tahap akhir di lakukan pengujian dengan memproduksi biobriket untuk skala penelitian.



Gambar 9. Load cell tipe S yang diaplikasikan pada mesin press

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Fabrikasi mesin

Hasil dari fabrikasi mesin press briket ditunjukkan pada gambar 10. Mesin press briket ini mempunyai silinder pencetak dan poros penekan sebanyak 44 unit, mesin dapat beroperasi dalam dua mode yaitu mode manual dan mode otomatis, mode manual dioperasikan agar operator dapat mengatur langkah produksi secara langsung, seperti dapat memfariasikan besarnya tekanan yang akan diberikan, waktu penekanan atau fariasi jumlah bahan yang diperlukan.



Gambar 10. Mesin press briket yang dapat bekerja secara otomatis dan manual

Mode ini juga ideal digunakan untuk tujuan uji coba atau produksi dalam skala kecil. Keuntungan lain dari mode manual jika terjadi gangguan teknis, mode ini memungkinkan operator untuk tetap melanjutkan proses tanpa tergantung pada sistem otomatis.

Pengoperasian mesin secara otomatis dilakukan untuk tujuan efisiensi produk, dimana proses produksi briket dapat berjalan secara konsisten dan cepat sehingga dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi waktu siklus produksi. Menghemat tenaga kerja dan untuk mengurangi risiko human error karena mesin mengiktui prosedur otomatis. Sistem kontrol dan perangkat PLC pada mesin ini di tunjukan pada gambar 11.

..



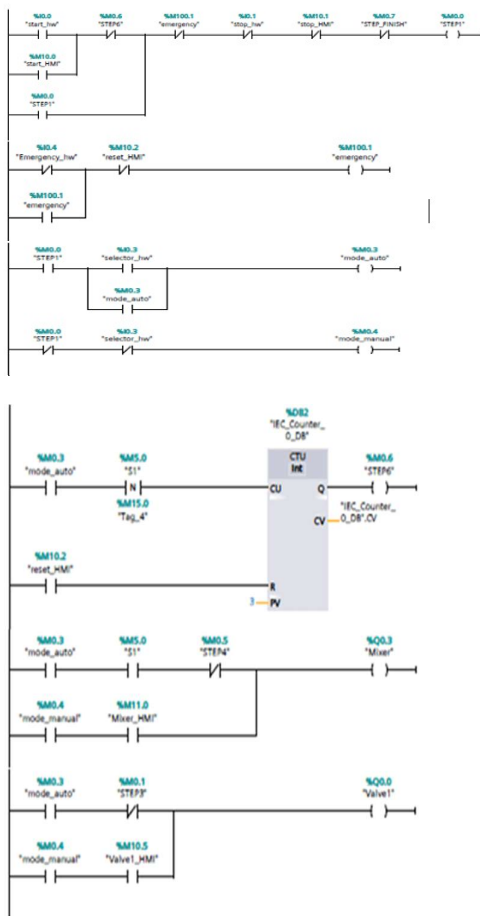
Gambar 11 Box Control panel mesin press briket otomatis

B. Unjuk Kerja Mesin

Uji performa mesin dilakukan dalam dua model , yaitu mode manual maupun pada mode otomatis, mesin dapat bekerja dengan baik pada kedua mode tersebut. Pada uji performa mesin memproduksi briket dalam mode otomatis, mesin ini membutuhkan waktu 10 menit untuk menghasilkan 44 batang briket dalam satu kali siklus produksi, dengan perincian waktu sebagai berikut: Waktu pengisian bahan baku kedalam silinder memerlukan waktu 360 detik untuk pengisian bahan baku briket/44 silinder. Waktu yang dibutuhkan untuk proses penekanan briket dengan tiga kali tumbukan yang berulang menghabiskan waktu 120 detik, dan 120 detik untuk proses pengeluaran briket dari diena dan penempatan briket ke dalam wadah pengeringnya.

C. Hasil program ladder mode otomatis mesin

Program ledder PLC mesin press briket ditampilkan pada gambar 12, Proses gerak maju dan mundur silinder pencetak, silinder pengisi bahan baku dan pelat penahan cetakan serta waktu tunggu pengisian bahan baku , disusun dalam bentuk Program Ladder seperti pada gambar 12. Tujuan utama pembuatan ladder program pada mesin press ini adalah untuk mengendalikan proses-proses gerak maju dan mundurnya silinder penekan (punch), feeder dan die dapat bekerja secara otomatis dengan menggunakan logika relai.



Gambar 12. Ladder Program model auto mesin press

Ladder program pada mesin ini menggunakan instruksi master control (MC) relay untuk mengatur perintah sistem auto atau sistem manual. Untuk perintah auto dengan mengaktifkan master control relay M100 dimana perintah dari alamat input X000 yang terhubung dengan selector mode mode Auto. Untuk mengimplementasikan instruksi master control (MC) relay untuk mengatur perintah sistem otomatis atau manual, dengan menggunakan input dari alamat input X000 yang terhubung dengan selector mode Auto, Dengan instruksi ladder ini, saat selector mode Auto dipilih (dengan X000 menjadi aktif), maka relay MC (M100) akan diaktifkan, mengizinkan mesin beroperasi dalam mode otomatis. Jika selector mode Auto tidak dipilih, relay MC (M100) akan non-aktif, dan mesin akan beroperasi dalam mode manual atau mode lainnya tergantung pada logika yang diimplementasikan dalam program ladder.

D. Hasil produksi biobriket

Hasil dari produk biobriket yang dihasilkan oleh mesin ini di tunjukkan pada gambar 13, dan gambar 14. Mesin ini telah diaplikasikan untuk memproduksi biobriket dari tiga jenis bahan baku dan perlakuan yang berbeda yaitu berbahan dasar serat tandan kosong kelapa sawit dengan perekat organik dan non organik. Biobriket yang kedua di produksi oleh mesin ini berbahana baku serbuk tempurung kelapa dengan perekat tepung topioka dan air. Dan biobriket yang ketiga yang dihasilkan oleh mesin ini terbuat dari bahan dasar serat ampas tebu dengan perekat organik.



Gambar 13. Biobriket berbahan dasar serat tandan kosong kelapa sawit dengan perekat organik dan anorganik yang dihasilkan mesin press



Gambar 14. Biobriket berbahan dasar serat ampas tebu dengan perekat organik

IV. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan ujicoba yang dilakukan pada mesin press baik pada uji performa mesin maupun uji produksi biobriket dengan menggunakan mode manual maupun mode otomatis didapatkan hasil bahwa mesin press ini mampu menghasilkan 44 batang briket dengan dimensi 30 mm x 30 mm x 100 mm dalam waktu 10 menit persiklus kerja. Sehingga mesin dapat meningkatkan produktivitas dan dapat menghemat waktu produksi. Selain itu mesin press ini dapat dioperasikan dengan dua mode yaitu mode manual dan mode otomatis. Mesin press ini juga mempunyai keunggulan di bandingkan mesin press

briket yang sejenis yaitu besarnya tekanan yang diterima oleh masing masing briket dalam silinder pencetak dapat diketahui dan besarnya langsung di tampilkan pada monitor, hal ini dikarenakan mesin ini juga di lengkapi sensor tekanan yang di tempatkan pada ujung poros penekan, yang mana besarnya tekanan pada masing masing briket dapat langsung diketahui.

B. Saran

Untuk meningkatkan besarnya tekanan yang diterima oleh briket dapat dilakukan dengan memperbesar kapasitas double acting silinder yang berkapasitas 15 – 20 Bar. Sehingga kualitas briket yang dihasilkan akan lebih baik, atau dengan mengganti sistem tenaganya dari tenaga yang menggunakan tenaga pneumatik ke tenaga yang menggunakan sistem hidrolis

REFERENSI

- [1] N. B. Sriyanto, D. A. Munawwaroh, A. Hidayat, and D. A. Baskara, "Analisis Uji Kinerja Mesin Pencetak Briket Serbuk Kayu Gergajian dengan Sistem Pneumatik," vol. 1, no. 2, pp. 13–18, 2023, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/375747954>
- [2] L. A. Putri and N. K. Hidayat, "Analisis Komparasi Daya Saing Ekspor Arang Tempurung Kelapa ASEAN di Pasar Jepang," *Indones. J. Agric. Resour. Environ. Econ.*, vol. 2, no. 1, pp. 25–36, 2023, doi: 10.29244/ijaree.v2i1.50008.
- [3] M. O. Okwu, O. D. Samuel, O. B. Otanocha, E. Akporhonor, and L. K. Tartibu, "Development of a novel integrated hopper briquette machine for sustainable production of pellet fuels," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 217, no. 2022, pp. 1719–1733, 2022, doi: 10.1016/j.procs.2022.12.372.
- [4] I. Syaifa'ad, "Perancangan Mesin Press Biobriket Serbuk Kayu Tipe Screw dengan Kapasitas 10 Kg/Jam," *J. Technol. Urgency Break.*, vol. 1, no. xx, pp. 80–89, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.umm.ac.id/index.php/turbine/article/view/24869%0Ahttps://ejournal.umm.ac.id/index.php/turbine/article/download/24869/12236>
- [5] I. Ikhsan, M. Razi, and Z. Zulkifli, "RANCANG BANGUN KONSTRUKSI ALAT PENCETAK BIOBRIKET DENGAN SISTEM ELEKTRO PNEUMATIK," *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 5, no. 2, pp. 102–106, 2021.
- [6] D. Yadhunandan and H. P. VinodKumar, "Design and Development of PLC Controlled Pneumatic Pressing System," *Int. J. Eng. Res. Technol.*, vol. 12, no. 12, 2023, [Online]. Available: <http://www.ijert.org>
- [7] M. Razi, T. Turmizi, S. Syukran, and Z. Zulkifli, "Desain dan Pengembangan Mesin Press Biobriket Menggunakan Elektro-Pneumatik Sistem berbasis PLC," ... *Mek. Inov. dan ...*, vol. 10, no. 1, 2024, [Online]. Available: <http://jurnal.utu.ac.id/jmekanova/article/view/9346%0Ahttp://jurnal.utu.ac.id/jmekanova/article/download/9346/pdf>
- [8] F. F. Z. C. J. J. A. W. S. B. Jayson, N. A. P., and M. E. P., "Plc-Based Automatic Briquette Machine".
- [9] A. Kowalski, P. Frankowski, and A. Tychoniuk, "Design of briquetting press - From idea to start of production," *Eng. Rural Dev.*, vol. 17, pp. 1568–1577, 2018, doi: 10.22616/ERDev2018.17.N436.
- [10] J. Pančík and P. Maxera, "Control of hydraulic pulse system based on the plc and state machine programming," *Designs*, vol. 2, no. 4, pp. 1–10, 2018, doi: 10.3390/designs2040048.
- [11] R. A. A. T. J. L. R. J. B., and C. M. J., "Development of an Automated Briquetting Machine," no. July, pp. 1–149, 2012.